

## YEŞİLDAĞ (BEYŞEHİR-KONYA) KROMİT CEVHERİNİN FLOTASYON İLE ZENGİNLEŞTİRİLME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

Tevfik AĞAÇAYAK, Veysel ZEDEF, Salih AYDOĞAN

Selçuk Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü, KONYA

**Makalenin Geliş Tarihi:** 03.02.2006

**ÖZET:** Bu çalışmada, Topraktepe (YeşilDağ-Beyşehir) kromit cevherinin “Denver” tipi flotasyon hücresi ile zenginleştirme olanakları araştırılmıştır. Flotasyonu deneyleri, -212 µm boyutunda, % 23 katı oranında, 300 gramlık temsili numuneler kullanılarak yapılmıştır. Yapılan deneylerde pH değeri, Fe<sup>+3</sup> iyonları ve köpük alma süresinin flotasyona etkisi araştırılmıştır.

İlk olarak, kromit flotasyonu için optimum pH belirlenmiştir. Bu amaçla, deneyler 5,6,7 ve 8 pH değerlerinde yapılmıştır. Optimum pH değerinin belirlenmesinden sonra, kromit mineralini bastırmak için gerekli olan Fe<sup>+3</sup> iyonlarının optimum miktarının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu amaçla, 0.33,0.67,1.00,1.33,1.67 ve 3.33 g/ton konsantrasyonlarında Fe<sup>+3</sup> iyonları kullanılarak flotasyon deneyleri aynı koşullarda tekrarlanmıştır. Diğer taraftan optimum flotasyon zamanının 10 dk olduğu bulunmuştur. Deneysel sonuçlardan elde edilen optimum sonuçlar aşağıdaki gibidir: pH 5, 10 dk flotasyon zamanı, 1.33 g/t Fe<sup>+3</sup> konsantrasyonu, 50 g/t köpürtücü konsantrasyonu.

**Anahtar Kelimeler:** Kromit cevheri, flotasyon, YeşilDağ

### Investigation Of Enrichment Possibilities Of Chromite Ore Of Yesildag (Beyşehir – Konya) By Flotation

**ABSTRACT:** In this study, enrichment possibilities of Topraktepe (Yesildag-Beyşehir) chromite ore with “Denver” type flotation cell were investigated. The flotation tests were carried out using -212 µm particle size, 23 % solid ratio and 300 g samples. Effect of pH value, Fe<sup>3+</sup> ion concentration and flotation time on the flotation were investigated.

At first, the optimum pH value for chromite flotation was determined. For this purpose, the experiments were carried out at 5,6,7 and 8 of pH values. After determining optimum pH value, it was tried to determine the optimum amount of Fe<sup>3+</sup> ions required for depressing of chromite mineral. For this purpose, using 0.33,0.67,1.00,1.33,1.67 and 3.33 g/t concentrations of Fe<sup>3+</sup> ions, flotation experiments were repeated at same conditions. On the other hand, the optimum flotation time was found to be 10 min. From the experimental results, the obtained optimum results as follow: pH 5, 10 min. of flotation time, 1.33 g/t concentrations of Fe<sup>3+</sup> ion and 50 g/t concentration of frother.

**Key Words:** chromite ore, flotation, Yesildag.

### GİRİŞ

Ülkemiz'deki kromit yatakları, ultramafik kayalar ofiyolit topluluğuna ait olup Alp orojen kuşağı boyunca yerleşmişlerdir. Türkiye'deki kromit yataklarının en önemli özelliği “Podiform tipi” olması ve yüksek tenöre sahip olmalarıdır. Bu yataklar ise Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içeriğinin yaklaşık %55

olması halinde işletilmekte ve tüvenan olarak doğrudan satılabilmektedir (Ağaçayak ve diğ., 2004).

Kromit cevherinin farklı metotlarla zenginleştirilmesi mümkündür. Fakat en uygun ve en ekonomik yöntemin seçilmesi gerekmektedir. En uygun yöntemin seçiminde ise cevherin mineralojik, fiziksel ve kimyasal

özellikleri önemli yer tutmaktadır (Deniz ve diğ., 2001).

Kromitlerin kullanılacakları sanayi dalının aradığı belli başlı teknolojik koşullar vardır. Mesala; Cr/Fe oranı metalurji sanayide 3, kimya sanayide 1.6 istenirken,  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  içeriği metalurjide % 46-48, kimyada % 44 ve refrakterde % 31 olarak istenmektedir. Metalurji, refrakter ve kimya sanayinin ana hammaddelerinden biri olan kromitin bu üç ana sektörde kullanılabilmesi için bazı özelliklere sahip olması, bunun içinde zenginleştirme işlemine tabi tutulması gerekmektedir.

Köpük flotasyonu, pülp içerisine gang mineralleriyle karıştırılmış değerli minerallerin ayrılması için kullanılan fizikokimyasal bir yöntemdir. İstenilen minerale karşı seçimli olan yüzey aktif maddeler bu minerallerin yüzeyine adsorbe olarak onların hidrofobik olmasını sağlarken diğerleri hidrofilik özelliklerini korurlar (Karadeniz, 1996).

Kromit cevherinde gang mineralleri olarak bulunan serpantinler pH 3-12'de, olivinler pH 5-7'de, kromit ise pH 2-5'de anyonik kollektörlerle yüzebilmektedirler. Gang minerallerinin bastırılmasında sodyum silikat, sodyum filosilikat, sodyum fosfat, sodyum meta-fosfat, kalgon gibi reaktiflerden biri veya birkaçı kullanılmaktadır (Weiss, 1985). Ayrıca pH 12'de katyonik kollektörlerle (aminlerle) serpantinleri yüzdürülen kromit cevherinden pH 3'de yine aminlerle kromit yüzdürülerek konsantre alınabilmektedir (Atak, 1984).

Sobieraj ve Laskowski (1973), yaptıkları çalışmalar sırasında pH 6'nın altında flotasyonun mümkün olmadığı ve  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Pb}^{+2}$  gibi bazı metal iyonlarının kromiti aktive ettiği gang minerallerinden gelen  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Mg}^{+2}$  iyonlarının ise kromit flotasyonunu olumsuz yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Gang minerali serpantin olması halinde  $\text{Mg}^{+2}$  ve  $\text{Fe}^{+2}$  kromiti bastırırken, serpantin flotasyonu canlanmaktadır.  $\text{Ca}^{+2}$  ve  $\text{Fe}^{+2}$  ile kromitin bastırılması ise artmaktadır. Bu nedenle metal iyonlarının bastırma etkisini önlemek için farklı fosfatlar ve fluoritler kullanılmaktadır (Sagher, 1966).

Akdemir (1996), Pınarbaşı-Kayseri kromitleri ve Eskişehir Kavak serpantinlerinin sülfonat ve  $\text{Mg}^{+2}$  iyonlarının etkisini arştırmış,  $\text{Mg}^{+2}$

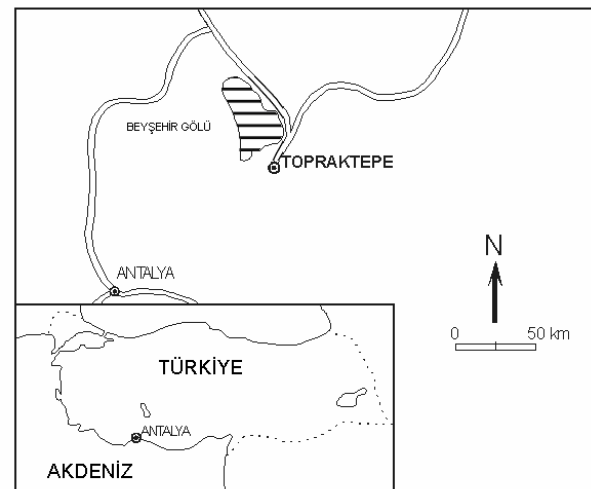
iyonlarının kromit flotasyonunu önemli ölçüde engellediğini, serpantinde ise kısmi canlanmaya neden olduğunu ortaya koymuştur.  $\text{Mg}^{+2}$  iyonlarının azaltılması halinde kromitin rahatlıkla yüzebileceğini belirtmiştir.

Bu çalışmanın amacı, ultramafik kayalara bağlı olarak oluşan kromit cevherlerinin "Denver" tipi flotasyon cihazı kullanarak, flotasyon ile ekonomik olarak zenginleştirilebilme olanaklarının ortaya konulmasıdır.

## JEOLOJİK OLUŞUM ve YERİ

Türkiye yüzölçümünün yaklaşık % 8'i ultramafik kayalardan türemiş ve genellikle kromit içerikli ofiyolitlerle kaplanmıştır. Topraktepe kromitleri muhtemelen silisce daha zengin bir magmadan ve/veya bazik magmanın çok daha farklı basınç ve sıcaklık ortamında kristalleşmesi sırasında oluşmuştur (Zedef ve diğ., 1994).

Topraktepe kromit yatağı, Konya sınırları içerisinde Beyşehir-Yeşildağ karayolu üzerinde olup, Beyşehir Gölü'nün güneybatı kısmında yer almaktadır (Şekil 1). Kromit içeren yatak yaklaşık olarak 500 m eninde 300 m boyunda ve 50 m derinliğinde olup, kromitle birlikte harzburgit, serpantinit, dunit ve gabro bulunmaktadır. Cevherleşme podiform tipinde olup, yaklaşık olarak kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu oblik atımlı bir fay tarafından kesilmektedir.



Şekil 1. Topraktepe Kromit Yatağının Yeri.  
Figure 1. Location of Topraktepe chromite mine.

## MALZEME VE YÖNTEM

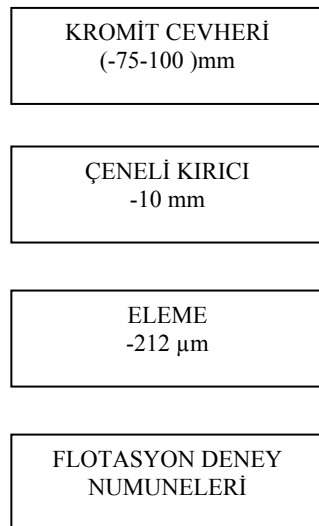
Deneyler sırasında kullanılan, kromit cevheri Konya'nın Beyşehir ilçesinin Yeşildağ mevkiinden temin edilmiştir. Cevherin kimyasal analizleri Selçuklu Krom Manyezit A.Ş.'nin laboratuvarında ıslak analiz yöntemi (titrasyon) ile yapılmıştır (Çizelge 1).

### Çizelge 1. Toprakepe (Yeşildağ-Beyşehir)

Kromit cevherinin kimyasal bileşimi.

**Table 1.** Chemical composition of Toprakepe (Yesildag-Beyşehir) chromite ore.

| BİLEŞEN                        | İÇERİK %      |
|--------------------------------|---------------|
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 47.68         |
| MgO                            | 17.45         |
| SiO <sub>2</sub>               | 6.78          |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 9.21          |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 15.25         |
| CaO                            | 0.78          |
| Ateş Zaiyatı                   | 2.85          |
| <b>TOPLAM</b>                  | <b>100.00</b> |



**Şekil 2.** Toprakepe (Yeşildağ-Beyşehir) kromit cevherinin numune hazırlama akım şeması.

**Figure 2.** Sample preparation flow-sheet of Toprakepe (Yesildag-Beyşehir) chromite ore.

Deneyisel çalışmalarda, cevher ilk olarak homojen hale getirilerek konileme-dörtleme yoluyla yaklaşık 150 kg indirilmiştir. Hazırlanan cevher numunesi çeneli kırıcıda 10 mm'nin

altına indirilmiştir. -10+212 µm tane boyutundaki malzemenin zenginleştirilebilme olanakları diğer yöntemler (jig, sallantılı masa v.s.) ile araştırılmıştır (Ağaçayak, 2004). -212 µm boyutundaki malzemenin ise flotasyon ile zenginleştirilebilme olanakları çalışılmıştır. -212 µm boyutundaki krom örneğinin Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü ise % 43.31 olarak tespit edilmiştir. Toprakepe (Yeşildağ-Beyşehir) kromiti numune hazırlama akım şeması Şekil 2'de verilmiştir.

Toprakepe (Yeşildağ-Beyşehir) kromit cevherinin -212 µm boyutundaki kısmının, % 23 katı oranında 300 gramlık temsili numuneler ile 1 litrelik selülde flotasyon ile zenginleştirilmesi düşünülmüştür. Zenginleştirme testleri için, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Cevher Hazırlama laboratuvarında bulunan, "Denver" tipi flotasyon makinesi kullanılmıştır. Flotasyon makinesinin, pervane dönüş hızı ayarlanabilir olup, hava emişli özelliğine sahiptir.

## BULGULAR

Yapılan deneyler sonucunda farklı pH değerleri ve farklı Fe<sup>+3</sup> iyonları ilavesi deneyleri yapılmıştır. Optimum flotasyon şartları belirlendikten sonra pH değerinin, Fe<sup>+3</sup> iyonları ilavesinin ve köpük alma süresinin köpük flotasyonuna etkisi araştırılmıştır (Ağaçayak, 2004).

### En Uygun pH Değerinin Belirlenmesi

En iyi pH değerini saptamak için yapılan çalışmalarda, optimum pH değerinin tespitine çalışılmıştır. Bu amaçla 5,6,7 ve 8 pH değerlerinde aynı şartlarda flotasyon deneyleri tekrarlanmıştır. pH'nın % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörüne ve % verime etkisi Çizelge 2 ve Şekil 3'de gösterilmiştir.

Çizelge 2 görüldüğü gibi, yukarıda belirtilen şartlarda yapılan flotasyon deneylerinde % 43.31 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü besleme malından, pH denemeleri sonucunda yüksek verimle % 47.58 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü kromit konsantresi elde etmek mümkün olmuştur.

Şekil 3'de görüldüğü gibi, en iyi sonuç, pH=5 değerinde elde edildiği için ileriki aşamalarda pH=5 değeri kullanılmıştır.

### En Uygun $\text{Fe}^{+3}$ İyonu Miktarının Tespiti

En uygun pH değerinin belirlenmesinden sonra, kromit minerallerini bastırmak için  $\text{Fe}^{+3}$  iyonları ilavesinin en etkin miktarının belirlenmesine çalışılmıştır. Bu çalışmada 1000 ppm'lik  $\text{Fe}^{+3}$  çözeltisi kullanılmıştır. Bu amaçla, 0.33,0.67,1.00,1.33,1.67 ve 3.33 g/ton miktarlarında aynı şartlarda flotasyon deneyleri tekrarlanmıştır.  $\text{Fe}^{+3}$  iyonu ilavesinin %  $\text{Cr}_2\text{O}_3$

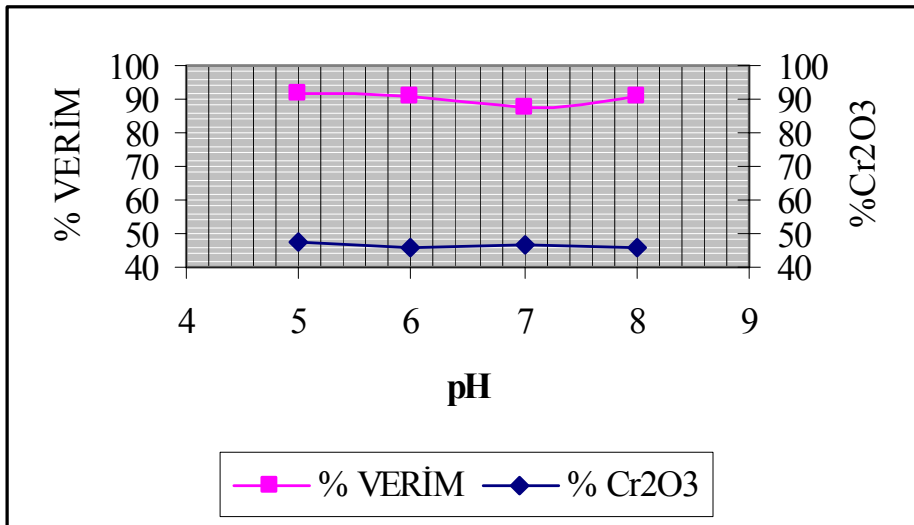
tenörüne ve % verime etkisi Çizelge 3 ve Şekil 4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3'de görüldüğü gibi, yukarıda belirtilen şartlarda yapılan flotasyon deneylerinde % 43,31  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tenörlü besleme malından,  $\text{Fe}^{+3}$  iyonları ilavesinin en etkin miktarının belirlenmesi deneyleri sonucunda yüksek verimle % 48,09  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tenörlü kromit konsantresi elde etmek mümkün olmuştur.

**Çizelge 2.** pH'ın kromit flotasyonuna etkisi (Pülpteki katı oranı : % 23, Karıştırma hızı : 900 dev./dak., Köpük alma süresi :10 dak., Köpürtücü miktarı:50 g/ton,  $\text{Fe}^{+3}$  iyonu miktarı :0.33 g/ton).

**Table 2.** Effect of pH value on the chromite flotation (solid/liquid ratio: 23 %, Stirring speed: 900 rpm.,froth time:10 minutes, amount of frother:50 g/t, amount of  $\text{Fe}^{3+}$ : 0.33 g/t).

| pH Değerleri | Ürünler   | % Miktar | % $\text{Cr}_2\text{O}_3$ | % Verim |
|--------------|-----------|----------|---------------------------|---------|
| 5            | Konsantre | 83.14    | 47.58                     | 91.34   |
|              | Artık     | 16.86    | 22.25                     | 8.66    |
|              | Besleme   | 100.00   | 43.31                     | 100.00  |
| 6            | Konsantre | 85.17    | 46.19                     | 90.83   |
|              | Artık     | 14.83    | 26.75                     | 9.17    |
|              | Besleme   | 100.00   | 43.31                     | 100.00  |
| 7            | Konsantre | 81.75    | 46.56                     | 87.89   |
|              | Artık     | 18.25    | 28.75                     | 12.11   |
|              | Besleme   | 100.00   | 43.31                     | 100.00  |
| 8            | Konsantre | 84.84    | 46.24                     | 90.58   |
|              | Artık     | 15.16    | 26.90                     | 9.42    |
|              | Besleme   | 100.00   | 43.31                     | 100.00  |



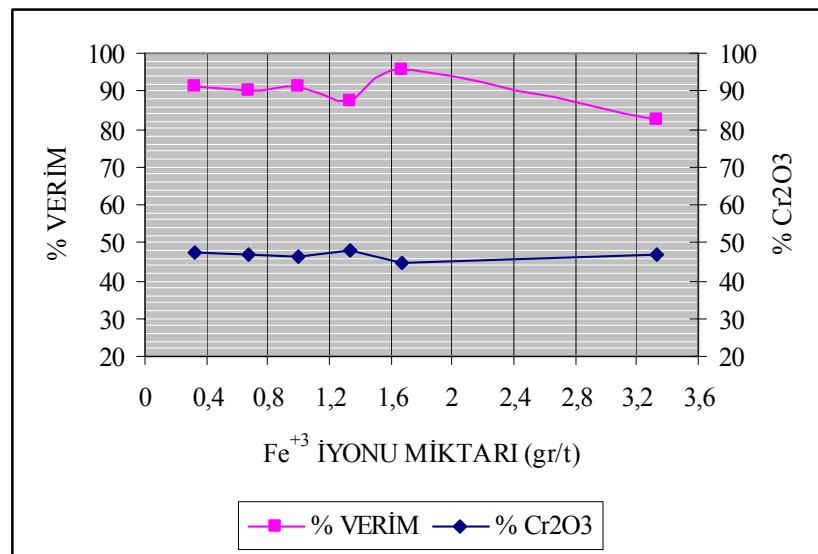
**Şekil 3.** pH değerinin  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  tenörü ve verime etkisi.

**Figure 3.** Effect of pH value on  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  grade and recovery.

**Çizelge 3.**  $Fe^{+3}$  iyonları miktarının kromit flotasyonuna etkisi (Pülpteki katı oranı : % 23, Karıştırma hızı : 900 dev./dak., Köpük alma süresi :10 dak., Köpürtücü miktarı:50 g/ton, pH:5).

**Table 3.** Effect of amount of  $Fe^{+3}$  ions on the chromite flotation (solid/liquid ratio: 23 %, stirring speed: 900 rpm., froth time:10 minutes, amount of frother:50 g/t,pH:5).

| $Fe^{+3}$ iyonu Miktarı (g/t) | Ürünler   | % Miktar | % $Cr_2O_3$ | % Verim |
|-------------------------------|-----------|----------|-------------|---------|
| 0.33                          | Konsantre | 83,14    | 47,58       | 91,34   |
|                               | Artık     | 16,86    | 22,25       | 8,66    |
|                               | Besleme   | 100,00   | 43,31       | 100,00  |
| 0.67                          | Konsantre | 83,39    | 46,93       | 90,36   |
|                               | Artık     | 16,61    | 25,13       | 9,64    |
|                               | Besleme   | 100,00   | 43,31       | 100,00  |
| 1.00                          | Konsantre | 84,89    | 46,41       | 90,97   |
|                               | Artık     | 15,11    | 25,90       | 9,03    |
|                               | Besleme   | 100,00   | 43,31       | 100,00  |
| 1.33                          | Konsantre | 78,77    | 48,09       | 87,46   |
|                               | Artık     | 21,23    | 25,59       | 12,54   |
|                               | Besleme   | 100,00   | 43,31       | 100,00  |
| 1.67                          | Konsantre | 93,10    | 44,39       | 95,42   |
|                               | Artık     | 6,90     | 28,69       | 4,58    |
|                               | Besleme   | 100,00   | 43,31       | 100,00  |
| 3.33                          | Konsantre | 76,64    | 46,65       | 82,55   |
|                               | Artık     | 23,36    | 32,36       | 17,45   |
|                               | Besleme   | 100,00   | 43,31       | 100,00  |



**Şekil 4.**  $Fe^{+3}$  iyonları miktarının  $Cr_2O_3$  tenörü ve verime etkisi.

**Figure 4.** Effect of amount of  $Fe^{+3}$  ions on  $Cr_2O_3$  grade and recovery.

Şekil 4’de görüldüğü gibi, en iyi sonuç, 0,33 g/ton  $Fe^{+3}$  iyonu ilavesi ile 1,33 g/ton  $Fe^{+3}$  iyonu ilavesinde elde edilmiştir. Fakat verimler arasındaki farkın az olmasından dolayı %  $Cr_2O_3$  tenörünün yüksek olduğu 1,33 g/ton  $Fe^{+3}$  ilavesi bir sonraki aşamada kullanılmıştır.

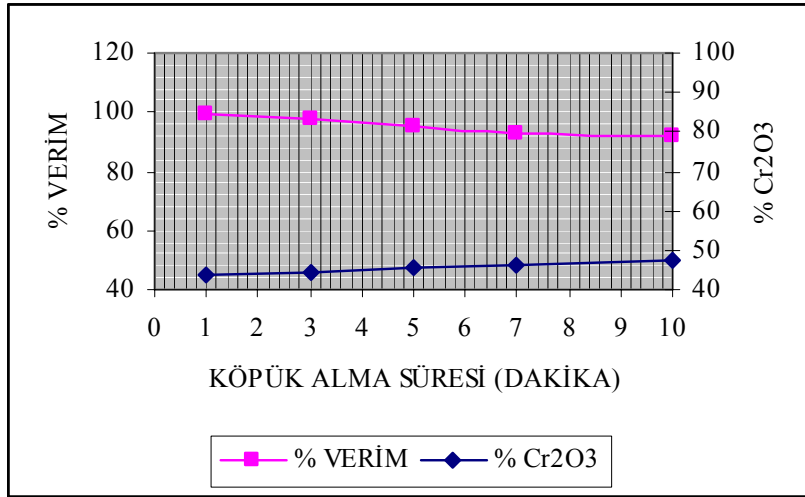
#### En Uygun Köpük Alma Süresinin Tespiti

Flotasyon süresinin tespiti amacıyla, 1,3,5,7 ve 10 dakikalık sürelerle köpük alınmıştır. Köpük alma süresinin %  $Cr_2O_3$  tenörüne ve % verime etkisi Çizelge 4 ve Şekil 5’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.** Köpük alma süresinin kromit flotasyonuna etkisi (Pülpteki katı oranı : % 23, Karıştırma hızı : 900 dev./dak., Köpürtücü miktarı:50 g/ton,  $Fe^{+3}$  iyonu miktarı :1.33 g/ton, pH:5).

**Table 4.** Effect of froth time on the chromite flotation (solid/liquid ratio: 23 %, stirring speed: 900 rpm. minutes, amount of frother:50 g/t amount of  $Fe^{+3}$ :1.33 g/t,pH:5).

| Köpük Alma Süresi (dak.) | Ürünler    | % Miktar | %Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | % Verim |
|--------------------------|------------|----------|---------------------------------|---------|
| 1                        | Konsantre  | 98,15    | 43,75                           | 99,15   |
|                          | Artık      | 1,85     | 19,75                           | 0,85    |
|                          | Besl. Malı | 100,00   | 43,31                           | 100,00  |
| 3                        | Konsantre  | 95,67    | 44,37                           | 98,01   |
|                          | Artık      | 4,33     | 19,91                           | 1,99    |
|                          | Besl. Malı | 100,00   | 43,31                           | 100,00  |
| 5                        | Konsantre  | 90,47    | 45,52                           | 95,09   |
|                          | Artık      | 9,53     | 22,29                           | 4,91    |
|                          | Besl. Malı | 100,00   | 43,31                           | 100,00  |
| 7                        | Konsantre  | 86,80    | 46,42                           | 93,03   |
|                          | Artık      | 13,20    | 22,86                           | 6,97    |
|                          | Besl. Malı | 100,00   | 43,31                           | 100,00  |
| 10                       | Konsantre  | 83,77    | 47,35                           | 91,58   |
|                          | Artık      | 16,23    | 22,48                           | 8,42    |
|                          | Besl. Malı | 100,00   | 43,31                           | 100,00  |



**Şekil 4.** Köpük alma süresinin Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörü ve verime etkisi.

**Figure 4.** Effect of froth time on Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> grade and recovery.

Çizelge 4’de görüldüğü gibi, yukarıda belirtilen şartlarda yapılan flotasyon deneylerinde % 43,31 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü besleme malından, köpük alma zamanını belirlemek için yapılan deneyler sonucunda, yüksek verimle, %

47,35 Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tenörlü kromit konsantresi 10 dakikalık köpük alma süresi ile elde edilmiştir.

Şekil 5’de görüldüğü gibi, en iyi sonuç, 10 dakikalık köpük alma süresinde gerçekleştiği için ileriki aşamalarda flotasyon süresi yapılması

muhtemel olan temizleme flotasyonunda kullanılmak üzere 10 dakika olarak belirlenmiştir.

## SONUÇLAR

Bu çalışmada, ultramafik kayalara bağlı olarak oluşan düşük tenörlü Topraktepe (Yeşil dağ-Beyşehir) kromit cevherlerinin "Denver" tipi flotasyon cihazı kullanarak, ekonomik olarak zenginleştirilme olanakları çalışılmıştır. Optimum flotasyon şartları belirlendikten sonra pH değerinin,  $Fe^{+3}$  iyonları ilavesinin ve köpük alma süresinin kromit flotasyonuna etkisi araştırılmıştır.

pH'ın kromit flotasyonuna etkisini araştırmak için yapılan deneyler sonucunda, % 91,34 verimle, % 47,58  $Cr_2O_3$  tenörlü kromit konsantresi pH=5'de üretilmiştir.

$Fe^{+3}$  iyonları miktarının kromit flotasyonuna etkisini araştırmak için yapılan deneyler sonucunda, % 87,46 verimle, % 48,09  $Cr_2O_3$

tenörlü kromit konsantresi 1,33 g/ton'luk  $Fe^{+3}$  iyonu miktarında üretilmiştir.

Köpük alma süresinin kromit flotasyonuna etkisini araştırmak için yapılan deneyler sonucunda, % 91,58 verimle, % 47,35  $Cr_2O_3$  tenörlü kromit konsantresi 10 dakikalık köpük alma süresinde üretilmiştir.

Flotasyon ile yapılan deneyler sonucunda toplayıcı reaktif kullanılmadan, pH=5 değerinde, 10 dakikalık flotasyon süresinde, 1,33 g/ton  $Fe^{+3}$  iyonu ve 50 g/l köpürtücü (çamyağı) kullanılarak en iyi sonuçların elde edildiği görülmüştür. Flotasyon ile elde edilen ürünlerin daha sonra yapılabilecek çalışmalarda yaş manyetik ayırma ile kombinasyonu oluşturularak daha yüksek verimli konsantrelerin elde edilmesi önerilebilir.

## TEŞEKKÜR

Yazarlar, S.Ü. BAP Koordinatörlüğü'ne maddi desteklerinden dolayı teşekkür eder (2002-152 nolu Proje).

## KAYNAKLAR

- Ağaçayak, T., 2004, Topraktepe (Yeşil dağ Beyşehir Konya) Kromitlerinin Zenginleştirme Yöntemlerinin Araştırılması, Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 100 s.
- Ağaçayak T., Zedef V., Aydoğan S., 2004, Topraktepe-Beyşehir (Konya) kromitlerinin yüksek alan şiddetli yaş manyetik ayırma ile zenginleştirilmesi, *Selçuk Üniv., Müh.-Mim. Fak. Derg.*, **19**, 2, 81-87.
- Akdemir, Ü., 1996, Kromit ve serpantin sülfonat flotasyonu ve  $Mg^{++}$  iyonlarının etkisi, *C.Ü. Müh. Fak. Madencilik Bilim ve Teknoloji Dergisi*, **1**, 2, 31-39 .
- Atak, S. 1984, Flotasyon İlkeleri ve Uygulaması, İTÜ. Mühendislik Mimarlık Fakültesi, İTÜ. Matbaası, İstanbul.
- Deniz, V., Güneş, A.N., Özkahraman, S., 2001, Pre-processing and mineralogical investigation of chromite mines in the Fethiye Göcek-Üçköprü before concentration, *The Journal of Ore Dressing*, **3**, 5, 24-32.
- Karadeniz, M., 1996, Cevher zenginleştirme Tesis Artıkları, Çevreye Etkileri, Önlemler, İstanbul Ofset Basım Yayınevi, İstanbul.
- Sagher, M., 1966, Flotation characteristics of chromite and serpentine, *Trans. Am. Inst., Min. Engrs., U.S.A.*, **235**, 60-67 p.
- Sobieraj, S., Laskowski, J., 1973. Flotation of chromite, *Trans. Inst. Min. Metall.*, 207-213.
- Weiss, N.L., 1985, SME Mineral Processing Handbook, SME American Inst. Of Mining, Metallurgical and Petroleum Eng., Inc.USA.
- Zedef, V., Öncel, M.S., Arslan, M., Döyen, A., Söğüt, A.R., 1994, Alpin tip kromit yataklarına jeokimyasal açıdan farklı bir örnek: Yeşil dağ Kromit yatağı, *S.Ü.Müh.-Mim.Fak. Dergisi*, **9**, 1-2, 28-35.

